

投稿類別：健康環保

篇名：

山林復育計畫-種子球成分研究

作者：

范瑜庭	花蓮縣立自強國中	八年一班
吳昀翰	花蓮縣立自強國中	七年一班

指導老師：郭千睿老師、陳怡安老師

壹、前言

一、研究動機

有一天吃飯的時候，我在電視新聞上看到蘇花公路因大雨又發生坍方，畫面中滿是泥濘和排隊的車輛，還有救難人員在雨中施工搶通公路，這畫面讓我心裡一震。不禁讓我突然聯想到去年的 0403 大地震，難道這些災害是連鎖反應嗎？但當下我只是皺了皺眉，心裡想：「這些離我好遠，應該不會影響到我吧。」

直到某天早上，我走在上學的路上，無意間抬頭一看中央山脈的山地，竟然很多片都是光禿禿的，連一點綠意都沒有。那一刻，我忽然覺得電視上的災難不再只是新聞，而是離我越來越近的現實。我開始思考：如果我們什麼都不做，會不會有一天，我們的家園也變得危險？

後來，我聽說了「種子球」這個東西。原來，只要把種子包進泥土裡，丟在荒地上，它們就有機會發芽、長大，慢慢讓土地恢復生命力。我覺得這超酷！雖然我只是一個學生，沒有辦法像大人一樣去救災或重建，但我可以從小地方做起，像是研究種子球的製作成分、參加投擲種子球活動，為山林復育出一份力。

二、研究目的

- (一)了解什麼是種子球
- (二)比較海藻酸鈉、甲基纖維素及羧甲基纖維素鈉的特性
- (三)知道添加什麼添加物的種子球最適合進行投擲，復育山林
- (四)花蓮因為地震所崩落的山坡地現況

三、研究流程



貳、正文

一、文獻探討

(一)什麼是種子球：種子球是一種把種子包在小泥球裡的播種方法。做的時候會把種子、土壤（或堆肥）和黏土混合，搓成小球，等球乾燥後直接撒在土地上就能發芽。



種子球播種校園發芽情形 照片出處註(三)

(二)使用種子球的好處

- 1.保護種子：黏土把種子包住，能防止被鳥、蟲吃掉，或被風吹走。
- 2.保水保養分：泥土和堆肥提供水分與養分，幫助種子更快發芽。
- 3.增加發芽率：種子在小球裡環境更穩定，成功長大的機會更高。
- 4.容易播撒：只要把種子球撒到地上，遇到雨水就會自然發芽，不需要特別種植。
- 5.適合荒地或難耕地：特別適合用在荒地、山坡地，或不方便整地的地方。
- 6.生態友好：常用在「游擊式綠化」或復育計畫，幫助恢復植物群落。

(三)水膠：水膠（Hydrogel）是一種由親水性高分子交聯而成的三維網絡結構，能夠吸收大量的水分，但不會在水中溶解並能保持其結構。

(四)海藻酸鈉 (Sodium Alginate)

- 1.定義：是從海藻中提取的一種天然多醣，主要來自褐藻（如海帶、昆布等）。它是一種水溶性高分子化合物，具有很好的凝膠性和增稠性，常被用作食品、醫藥、化妝品及工業中的添加劑。
- 2.特點：
 - (1)來源天然：海藻酸鈉是從海藻中提取的，因此屬於天然物質無毒無害。
 - (2)高水溶性：它在水中能夠形成粘稠的溶液或凝膠，這使得它在許多不同的領域中有廣泛應用。
 - (3)生物降解性：海藻酸鈉可被微生物分解，是一種環保材料。

3.化學特性：分子結構：海藻酸鈉的分子結構是由葡萄糖和甘露糖單元交替組成的長鏈多醣。海藻酸鈉的溶液在中性或鹼性環境下較穩定，若 pH 值變酸，則其凝膠性會受到影響。

4.海藻酸鈉的主要應用：

- (1)食品行業：增稠劑、穩定劑及膠凝劑。
- (2)醫藥行業：藥物控釋劑、傷口敷料。
- (3)化妝品行業：保濕劑、增稠劑和穩定劑。
- (4)農業領域：海藻酸鈉常用作土壤的改良劑，特別是在乾旱地區，有助於保持土壤水分和提高植物的抗旱能力。

(五)甲基纖維素 (Methyl cellulose)

1.定義：一種由天然纖維素（通常取自木材或棉花）經過化學改質後得到的水溶性高分子化合物。

2.特點:

- (1)冷水中可溶解，形成透明或半透明的膠狀溶液。
- (2)溶於水後能增加黏度，形成黏稠液體或膠體。
- (3)無毒、可食用，常用於食品、藥品、化妝品。
- (4)pH 穩定性:在 pH 3~11 範圍內都能穩定存在，不易被酸或鹼分解。

3.化學特性：溶液可形成黏稠膠體，用於增稠、懸浮、成膜。溫度升高會凝膠，冷卻後可再溶解可形成薄膜，保護或保持水分。

4.甲基纖維素的主要應用:

- (1)食品工業：增稠劑、穩定劑及凝膠劑。
- (2)醫藥行業：藥物控釋劑、藥片黏合劑。

(六)羧甲基纖維素鈉 (carboxymethyl cellulose)

1.定義：羧甲基纖維素是一種由天然纖維素改質而成的水溶性高分子衍生物，易溶於水並具有多種應用功能。

2.特點：

- (1)水溶性強：容易溶於冷水或熱水，形成透明或乳白色溶液。
- (2)增稠與黏度調節：是一種常用的水溶性高分子增稠劑。
- (3)保水性好：能鎖住水分，常用於食品保鮮或化妝品保濕。
- (4)pH 穩定性：在 pH 6 - 9 範圍內最穩定。
- (5)安全性：無毒、不可被人體消化吸收，常用於食品、醫藥與日化產品。

3.化學特性：天然纖維素，鹼性環境時較穩定。

4.羧甲基纖維素的主要應用:

- (1)食品工業：增稠劑、穩定劑及保水劑
- (2)藥品與醫療：增稠劑或保濕劑



市售三種水膠外觀照片

(七)種子球添加水膠的好處

- 1.提高保水能力：水膠能夠吸收大量水分，並且在乾旱條件下將水分慢慢釋放給種子，這有助於種子在土壤中保持濕潤狀態，尤其是在雨水不足的情況下，可以延長種子發芽所需的水分供應。
- 2.促進種子發芽：水膠能夠保持土壤的濕度穩定，有利於種子在發芽初期不會因為乾旱而失敗。這對於某些對水分要求較高的植物尤其重要，尤其是那些不耐乾旱的植物。
3. 提高種子存活率：在種子發芽之前，水膠可以減少水分蒸發，使得種子在未發芽時能夠保持適當的水分條件，避免由於乾旱而導致的種子死亡。
- 4.減少澆水頻率：水膠能有效保持土壤中的水分，從而減少了種植過程中對於頻繁澆水的需求，這對於節水環保和減少人工勞動力都十分有益。
- 5.減少土壤侵蝕：水膠的添加可以使種子球的結構更加穩定，降低土壤流失的風險，特別是在風大或雨水多的地方，有助於保持種子位置穩定，減少移位。
- 6.提高發芽均勻性：因為水膠會使水分分布更加均勻，所以能夠幫助不同的種子在同一環境中有相似的發芽條件，從而促進發芽的均勻性。
- 7.方便運輸與播種：水膠的包裹可以使種子球更加堅固且不易破損，這樣的種子球可以較為便捷地運輸到需要播種的地方，同時也便於大面積播種，減少了傳統播種方式中種子散播不均的問題。



(八)添加水膠和黏土的最佳種子球比例

我們參考了同學的作品—花蓮縣第 65 屆國民中小學科學展覽會 生活與應用科學科(三) 國中組 「進化吧！種子炸彈-種子球成份之研究及改良」之作品說明書，實驗發現：

- 1.只有混合黏土：在只有黏土和培養土的情況下，黏土比例 40%的保水力最佳，過了五天只失水 38.61%。
- 2.添加海藻酸鈉：在在只有一個「添加海藻酸鈉的多寡」變因的實驗中(黏土一律比例為 40%)，添加 0.5 公克海藻酸鈉的保水力最佳，過了五天只失水 36.06%。
- 3.添加甲基纖維素：在只有一個「添加甲基纖維素的多寡」變因的實驗中(黏土一律 40%)，添加 0.5 公克甲基纖維素的保水力最佳，過了五天只失水 38.40%。
- 4.添加羧甲基纖維素鈉：在只有一個「添加羧甲基纖維素鈉的多寡」變因的實驗中(黏土一律 40%)，添加 0.5 公克羧甲基纖維素鈉的保水力最佳，過了五天只失水 41.52%。
- 5.黏土分別加三種水膠組合：在普通的種子球中分別添加任兩種水膠（海藻酸鈉+甲基纖維素、海藻酸鈉+羧甲基纖維素鈉、甲基纖維素+羧甲基纖維素鈉）的情況下，發現添加 0.4 公克海藻酸鈉+0.4 公克甲基纖維素的保水力最佳，過了五天只失水 36.81%。
- 6.黏性比較（濕度最高，約濕度 90%）：土壤溼度最高時，發現是添加 0.5 公克海藻酸鈉黏性最佳，可以吊掛 117.5 公克的砝碼。
- 7.黏性比較（約濕度 80-87%）：調降土壤溼度時，發現添加 0.4 公克海藻酸鈉+0.4 公克甲基纖維素黏性最佳，可以吊掛 222.5 公克的砝碼。

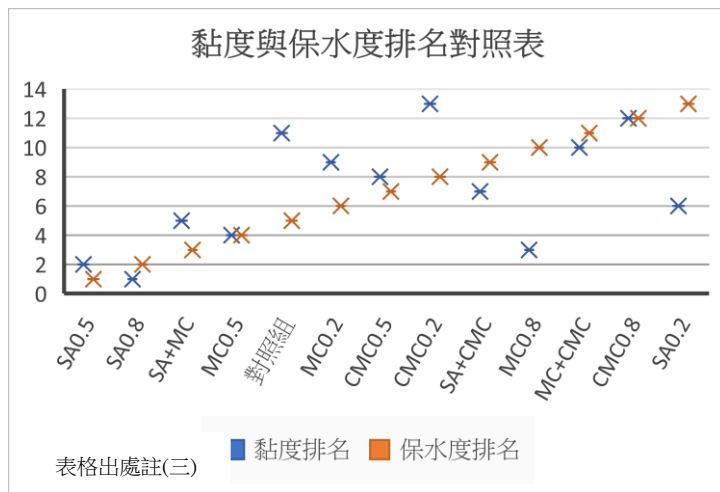


調配製作種子球



種子球放入種子

8.綜合考量：將保水性及黏著性一同做比較，發現整體下來可以推論出較佳的種子球配方組合有三種配方，分別為海藻酸鈉 0.5g(SA-0.5)、海藻酸鈉 0.8g(SA-0.8)、海藻酸鈉 0.4g+甲基纖維素 0.4g(SA+MC)。



(九)土壤天然添加物的比較

成分	優點	缺點
甲基纖維素 (MC)	<ul style="list-style-type: none"> ※良好的保水性，可減少土壤水分蒸發 ※成膜性好，可在土壤表面形成保護層 ※無毒環保，對植物與微生物安全 	<ul style="list-style-type: none"> ※價格較高，農業應用成本偏高 ※熱敏感，溫度高時效果下降 ※在土壤中降解速度快，持效性不足
羧甲基纖維素 (CMC)	<ul style="list-style-type: none"> ※溶於水後形成高黏度溶液，能增加土壤團聚體穩定性 ※保水、保肥效果明顯 ※價格相對便宜，應用成熟 	<ul style="list-style-type: none"> ※容易受土壤微生物分解，長效性差 ※黏度隨離子強度改變，鹽鹼土中效果下降 ※大量使用可能導致土壤板結
海藻酸鈉 (SA)	<ul style="list-style-type: none"> ※吸水膨脹性強，可顯著提升土壤保水能力 ※可與鈣、鉀等形成凝膠，增加土壤結構穩定 ※天然來源，可生物降解，環保性佳 	<ul style="list-style-type: none"> ※成本較高，來源受限 ※在乾旱及高鹽環境下，性能衰退 ※降解過快，需要與其他材料複合使用

(十)花蓮的山坡地崩落情形 (以 0403 地震為主要參考)

1.0403 強震後，主要的山坡地與崩塌脫落現況

(1)農村水保署用衛星與航照分析，這次地震造成 1,391 處 新生崩塌，總面積約 943.76 公頃。

(2)很多崩塌發生在土石流潛勢溪流這類敏感地區。

2. 特別嚴重的地方

(1)秀林鄉：礦區崩塌很多，下方的部落受影響大。

(2)和中、和仁社區：社區上方邊坡因地震後結構鬆動、崩塌＋落石風險提高。

(3)太魯閣國家公園沿線 (如砂卡礑步道、燕子口、綠水步道等)：仍有落石、土石流風險未完全消失。

3.後續事件與風險

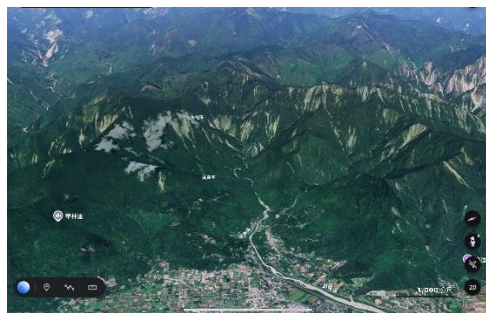
(1)餘震＋降雨是重大風險因子。地震讓山坡結構鬆動，有些坡面原本就脆弱，加入雨後更容易滑動或崩落。

(2)部分山坡結構鬆動的地點仍被列為不能溯溪或通行的區域，比方木瓜溪銅門橋上游、翡翠谷、三棧南北溪等。

4.防災與政策調整

(1)土砂防災策略中，已經把對某些震度較強的地區的土石流警戒基準值調降。

(2)監測與撤離預警機制被啟動，例如對有明顯崩塌風險的社區進行預警性疏散。



美崙溪上游山地崩塌衛星圖(Google earth)



從學校頂樓可見山坡崩塌處

參、結論與討論

一、關於種子球及水膠

(一)網路上關於種子球的資料並沒有很多，如果不是同學的作品我也不會知道原來土中還可以加水膠。大多數的內容都比較偏向園藝方面，是在教如何做種子球，沒有一個確切的數據。

(二)種子球內容物包括土壤及黏土，因此一般採用培養土及黏質土來製作種子球。

- (三)海藻酸鈉、甲基纖維素及羧甲基纖維素鈉是天然的聚合物，在農業或是園藝的實用上具有應用潛力，可以作為土壤改良劑或是吸水劑來提升保水能力。
- (四)種子球成分改良的主要目的就是能具保水度及提升黏著度為目標。當遇到相對乾燥日較多的季節，改良後的種子球內部土壤能保存一定的水分使種子度過環境阻力，待日後降水就能持續發芽。
- (五)保水度最好的是 40%的黏質配方土加入海藻酸鈉 (0.5g/40g) 相比對照組 (40%黏質配方土)，3 天後可以留存相差 9.32%的水分，5 天後可以留存相差 2.55%的水分。
- (六)黏著性最好的是海藻酸鈉及甲基纖維素 (SA+MC) 配方種子球在土壤乾燥後仍有良好的黏著力，若要做高坡地的種子球投擲或許可以採用海藻酸鈉及甲基纖維素 (SA+MC) 配方。
- (七)合併黏著度以及保水度一起做比較，可以推論出較佳的種子球配方組合有三種配方，分別為海藻酸鈉 (SA-0.5)、海藻酸鈉 (SA-0.8) 以及海藻酸鈉及甲基纖維素 (SA+MC)。

二、關於地震

- (一)熱點區域：集中在秀林鄉（含亞泥礦場周邊）、和中和仁社區、太魯閣國家公園沿線等地。
- (二)地質鬆動：山坡經地震震裂，結構變脆弱，後續穩定性下降。
- (三)短期現象：裸露坡面讓岩石、砂土直接曝曬，短期內易出現落石與小規模崩塌。
- (四)長期風險：降雨或颱風會滲入裂縫，加速土石滑動，可能引發大規模土石流。
- (五)人為因素：礦區、道路等開發區因震動或作業影響，崩塌情況更嚴重。
- (六)交通觀光影響：太魯閣步道、溪谷溯溪區域多處封閉，居民與旅遊活動受衝擊。
- (七)防災策略：相關單位已調降土石流警戒基準，並加強監測與預警。
- (八)核心：裸露山坡不是單一事件的終點，而是「未來風險的起點」，其演變高度依賴後續雨量與監測應變。

三、未來展望

- (一)提升社會對山坡崩塌與山林復育議題的重視：透過教育推廣、媒體報導與社群參與，喚起大眾對山體崩塌造成的生態與安全問題的關注。
- (二)研發天然、可分解的種子球材料，減少環境負擔：使用天然黏土、有機肥料與植物纖維製作種子球，確保無毒無害。並減少塑膠或人工材料的使用，避免長期污染土壤與水源。
- (三)強化土壤固定功能，開發坡地專用種子球：選用根系發達、耐風雨的草本

與灌木植物，針對不同坡度與土壤質地設計種子球配方，提升固土效果。

(四)研發保水抗旱型種子球，提升在極端環境中的存活率：採用高保水性天然材料，如海藻酸鈉、椰殼纖維等，

(六)結合無人機與直升機技術：在災後或偏遠地區空中投放種子球，提升拋撒精準度與效率，縮短植被恢復時間。



小型無人機投放種子球試驗 照片出處註(三)

(七)結合遙測與 GIS 技術，進行種子球成效的長期監測與改良：利用衛星影像與

無人機拍攝，追蹤植被覆蓋變化進行科學分析。

肆、引註資料

(一)水膠、土壤

1. <https://pse.is/85rqf2>
甲基纖維素_百度百科
2. <https://seedy.farm/zh/diy-gardening/seed-balls/>
種子球製作全攻略：一步步教學
3. [https://zh.hesperian.org/hhg/A Community Guide to Environmental Health:%E6%94%B9%E8%89%AF%E5%9C%9F%E5%A3%A4](https://zh.hesperian.org/hhg/A%20Community%20Guide%20to%20Environmental%20Health%3A%20%E6%94%B9%E8%89%AF%E5%9C%9F%E5%A3%A4)
改良土壤
4. https://pdf.hanspub.org/nat20230300000_43633260.pdf?utm_source=chatgpt.com
天然生物聚合物基水凝膠及其在農業領域研究進展
5. https://www.airitilibrary.com/Article/Detail/U0001-0507230805435031?utm_source=chatgpt.com
海藻酸鈉合成纖維素水凝膠之控釋應用
6. <https://tdr.lib.ntu.edu.tw/jspui/handle/123456789/89099>
土壤改良與保水劑應用技術

7. <https://etds.lib.nchu.edu.tw/thesis/detail/b2990e05801233afefd3a4debca05a43/>
纖維素水膠和氣凝膠製備及其農業之應用

(二)地震

1. https://www.ardswc.gov.tw/Home/News/press_more?id=A42471D3172945ABAFB BAB1F30B9FF2F&utm_source=chatgpt.com&AspxAutoDetectCookieSupport=1
農村水保署公布 0403 花蓮地震後新生崩塌判釋成果
2. <https://ourisland.pts.org.tw/content/>
《群震過後》之二 | 生活在崩塌下
3. https://storymaps.arcgis.com/collections/9ae480e2c56d4b448650fda007374f2e?utm_source=chatgpt.com
0403 花蓮地震太魯閣國家公園災情紀實
4. https://246.ardswc.gov.tw/Content/WebCourse/453/0403%E8%8A%B1%E8%93%AE%E5%9C%B0%E9%9C%87%E5%BE%8C%E5%9C%9F%E7%A0%82%E9%98%B2%E7%81%BD%E7%AD%96%E7%95%A5.pdf?utm_source=chatgpt.com
0403 花蓮地震後土砂防災策略
5. https://www.ksnews.com.tw/e/16225?utm_source=chatgpt.com
0403 強震後山坡結構鬆動

- (三) 花蓮縣第 65 屆國民中小學科學展覽會 生活與應用科學科(三) 國中組
「進化吧！種子炸彈-種子球成份之研究及改良」之作品說明書